

# Obrazovanje 4.0: U korak sa industrijskom revolucijom

## Education 4.0: In step with Industrial Revolution

Miloš Dobrojević, Fakultet za računarstvo i informatiku, Univerzitet Sinergija Bijeljina

**Sažetak** – U Bosni i Hercegovini, kao i u ostalim državama nastalim na teritoriji bivše Jugoslavije i danas je dominantan model sistema obrazovanja sa kraja XIX i početka XX veka, proistekao iz druge industrijske revolucije čija je osnovna karakteristika bila masovna proizvodnja. Brzi tempo industrijalizacije poljoprivrednog društva, organizacija proizvodnje po sistemu montažne trake uz standardizaciju i eliminaciju ručnog rada su stvorili potrebu za velikim brojem radnika sa ograničenim setom radnih veština. Da bi se zadovoljile potrebe za radnom snagom, obrazovanje je takođe prilagođeno masovnoj proizvodnji kroz sistem osnovnih, srednjih, stručnih i visokih škola, koji je proizvodio kadrove prosečnog kvaliteta i sa ograničenim setom radnih veština. U poslednjih 50 godina, napredak informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT), sveopšta digitalizacija i automatizacija proizvodnje, pojava Interneta i međusobno umrežavanje fabričkih postrojenja su eliminisali potrebu za nespecijalizovanom radnom snagom. Nasuprot tome, tempo razvoja novih tehnologija od radnika sa specijalizovanim veštinama zahteva permanentno usavršavanje i usvajanje novih znanja. Nažalost, postojeći obrazovni sistem u državama bivše Jugoslavije nije u stanju da prati tempo koji diktira pojava novih IKT, niti industriji da obezbedi u značajnim količinama radnu snagu koja bi svojim kvalitetom mogla da parira modernim izazovima. Kako IK tehnologije proistekle iz četvrte industrijske revolucije mogu da pomognu da se ovaj problem reši?

**Ključne reči** – Informaciona revolucija; Informacione tehnologije u obrazovanju; Permanentno obrazovanje; Internet stvari

**Abstract** – System of education in Bosnia and Herzegovina, as well as in other states of the former Yugoslavia, is still based on the model established in the late XIX and early XX century, at the height of the 2nd Industrial Revolution, mainly characterized by mass production. Fast pace of industrialization of previously agricultural society, products standardization with introduction of assembly line model and elimination of need for skilled manual labor, established large demand for work force with limited set of mediocre skills. In order to produce such work force in needed tempo and quantities, system of education also had to adopt mass production doctrine. However, advances in information and communications technology (ICT), digitalization and automatization of industrial production, the advent of the

Internet and network interconnection of production facilities eliminated need for unskilled work force. On the other side, emerging technologies and development tempo demand continuous training and permanent education process of already highly specialized workers. Unfortunately, existing education system in the states of former Yugoslavia cannot follow the pace dictated by emergence of new ICT, neither to produce in significant quantities work force ready to take on modern challenges. Can we use new technologies emerged from the 4th Industrial Revolution to solve this problem?

**Keywords** – Information revolution; Information Technology in Education; Permanent Education; Internet of Things

### I. UVOD

Aktuelni model obrazovanja koji se primenjuje u Bosni i Hercegovini, i uz neznatne razlike u drugim državama proisteklim iz bivše Jugoslavije, nastao je krajem XIX i početkom XX veka kao jedna od tekovina druge industrijske revolucije.

Osnovna karakteristika druge industrijske revolucije je bila masovna proizvodnja. Brza industrijalizacija prethodno dominantno poljoprivrednog društva, organizacija proizvodnje po sistemu montažne trake, standardizacija proizvoda i eliminacija specijalizovane zanatske proizvodnje stvorili su potrebu za velikim brojem radnika, pismenih ali sa ograničenim setom radnih veština. Da bi se zadovoljile potrebe za ovakvom radnom snagom, obrazovanje je takođe prilagođeno masovnoj proizvodnji kroz sistem osnovnih, srednjih, stručnih i visokih škola, koji je proizvodio kadrove prosečnog kvaliteta i sa ograničenim setom radnih veština.

Od 1970-tih godina, intenzivan napredak informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT), sveopšta digitalizacija i automatizacija proizvodnje, pojava Interneta i međusobno umrežavanje fabričkih postrojenja su eliminisali potrebu za nespecijalizovanom radnom snagom. Nasuprot tome, tempo razvoja novih tehnologija od radnika sa specijalizovanim veštinama zahteva permanentno usavršavanje i usvajanje novih znanja.

Nažalost i pored povremenih pokušaja reformi, postojeći obrazovni sistem u državama bivše Jugoslavije nije u stanju da prati tempo koji diktira pojava novih IKT, niti da industriji u značajnim količinama obezbedi radnu snagu koja bi svojim kvalitetom mogla da parira modernim izazovima.

## II. INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA

### A. Digitalna revolucija

Krajem 50-tih godina XX veka, u značajnijoj meri počinje implementacija digitalne elektronike u do tada dominantno mehaničkoj proizvodnji, dok analogna elektronska tehnologija gubi na značaju. Tokom 60-tih i 70-tih godina televizija postaje dominantan medijum za prenos informacija, i dolazi do popularizacije koncepta ličnih i kućnih računara. Proizvodne linije se automatizuju uvođenjem industrijskih robota i digitalizacijom podataka. 1991. godine svetskoj javnosti postaju dostupni 2G mobilni telefoni i Internet, a svetski tehnološki kapaciteti za skladištenje podataka eksponencijalno rastu sa 2.6EB (exabyte) u 1986. godini na 54.5EB 2000. i 295EB 2007. godine [1, 2], čime je označen početak informacionog doba.

Treću industrijsku revoluciju, tzv. digitalnu revoluciju, karakteriše početak masovne upotrebe mobilnih uređaja i uspostavljanje razvijene komunikacione infrastrukture.

### B. Informaciona revolucija

Četvrta industrijska revolucija je donela prelazak na sisteme sagrađene na infrastrukturi prethodne, digitalne revolucije. Internet stvari (engl. Internet of Things, IoT) omogućava prikupljanje i razmenu velikih količina podataka između različitih senzora, elektronskih uređaja i kompjuterskih aplikacija, sa krajnjim ciljem da se tako prikupljeni podaci analiziraju i iz njih dobiju smisleni rezultati koji dalje mogu pomoći u automatizaciji procesa i donošenju pravovremenih odluka [3].

Velike promene koje se upravo dešavaju u svakodnevnom životu karakterišu implementacija veštačke inteligencije (Artificial Intelligence, AI), pojava autonomnih vozila i letilica (dronova) i 3D štampa biomaterijala.

## III. OBRAZOVANJE

### A. Nasleđe

Kao što su proizvodni proces i proizvodi standardizovani tokom druge industrijske revolucije, na sličan način je standardizovan i proces obrazovanja na svim nivoima. Učionice su poprimile svoj danas prepoznatljiv oblik, udžbenici su standardizovani na nivou države, deca su svrstana u grupe na osnovu uzrasta, a nastava se već više od 100 godina odvija u suštinski neizmenjenom formatu, gde predavač prezentuje predviđeno gradivo grupi učenika, čiji je zadatak da gradivo kroz dovoljan broj ponavljanja zapamte i reprodukuju na periodičnim usmenim i pisanim proverama znanja. Nažalost, i dalje je akcenat na reprodukciji napamet naučenog gradiva umesto na praktičnom razumevanju obrađene materije.

### B. Mane postojećeg sistema

Pozitivni efekat masovnog standardizovanog obrazovanja je uspostavljena uzročno-posledična veza gde rast i porast stepena obrazovanja populacije vodi ka otvaranju novih, većih škola, ka kvalitetnijoj obuci nastavnog osoblja i širem obrazovnom kurikulumu. Međutim, nakon građanskog rata i višedecenijskog propadanja industrije, postojeći obrazovni sistem već decenijama nije u stanju da odgovori zahtevima koje nam postavljaju nove tehnologije.

Na kvalitet nastave, obrazovnog procesa, efikasnost škole i kvalitet radne snage koja se takvim obrazovanjem dobija bitno utiče motivacija samih nastavnika. Veća motivacija vodi ka efikasnijem obrazovanju i obrnuto, ali su osim toga za uspeh u obrazovnom procesu potrebne određene predispozicije i sposobnosti nastavnika, odgovarajuća sredstva i radni uslovi [4].

Kao merilo kvaliteta obrazovnog sistema, može se koristiti međunarodni program procene učeničkih postignuća, tzv. PISA test (Programme for International Student Assessment), koji na godišnjem nivou sprovodi OECD od 1997. godine.

Cilj PISA testa je da se u domenu matematike, razumevanja teksta i prirodnih nauka, procene znanje, pismenost i kompetencija učenika stečene tokom školovanja, a koji se smatraju obrazovnim kapitalom neophodnim za uspešan nastavak školovanja ili da bi učenik bio uspešan na radnom mestu. Naglasak je na funkcionalnim znanjima, a svi zadaci su vezani za realne situacije. Osim navedenog, kroz pitanja se može proceniti finansijska pismenost učenika i njihova globalna kompetencija. [5]

PISA testovi su postali indikator za procenu efikasnosti, pravednosti i kvaliteta obrazovnog sistema države. Prema podacima prikazanim u tabeli 1, vidi se da su osim u Sloveniji, rezultati PISA testa u svim državama nastalim na teritoriji bivše Jugoslavije ispod proseka. Učenici iz BiH ne učestvuju u ovom testiranju.

Tabela 1 - Rezultati PISA testa, OECD

	2012 <sup>[6]</sup>	2015 <sup>[7]</sup>
<b>OECD prosek</b>	<b>494</b>	<b>493</b>
BiH	-	-
Srbija	449 ▼	-
Hrvatska	471 ▼	475 ▼
Slovenija	501 ▲	513 ▲
Makedonija	-	384 ▼
Crna Gora	410 ▼	411 ▼
Kosovo*	-	378 ▼

\* Teritorijalni deo Republike Srbije, rezolucija 1244 UN;

▲ Iznad proseka; ▼ Ispod proseka

## IV. IZAZOVI OBRAZOVANJA U INFORMACIONOM DOBU

Da bismo u potpunosti iskoristili mogućnosti koje nam nude tehnologije četvrte industrijske revolucije, potrebna je revolucija u sistemu obrazovanja koja će, ne samo zadovoljiti potrebe industrije za radnom snagom, već obezbediti i odgovarajuće iskustvo za studente, efikasno koristiti nastavno osoblje i opremu.

Početak XX veka formirana je jedna od paradigmi, da se nauka i tehnologija moraju udružiti da bi se modernizovale neefikasne i nezgrapne procedure konvencionalnog obrazovanja. [8]

Sve države u ovom trenutku pokušavaju da izvrše promene u sistemu javnog obrazovanja, iz ekonomskih, ali i kulturoloških razloga. Više nismo u mogućnosti da predvidimo i planiramo izgled ekonomije u budućnosti, a sa druge strane deca treba da zadrže osećaj za kulturu iako će biti deo globalizovanog sveta. [9]

Proces učenja je potrebno modifikovati na takav način da bude koristan učenicima i studentima. Iako treba da bude dostupan što većem broju ljudi, mora biti dovoljno fleksibilan da se može prilagoditi sposobnostima i sklonostima svake individualne osobe. [10]

#### A. Univerziteti

Jedan od zadataka, ali i izazova za univerzitete je da razviju konkretne digitalne veštine studenata, koje će oni potom moći da primene na radnom mestu. Ovo međutim ne treba pogrešno shvatiti da sve studente treba naučiti da programiraju, zato što je programiranje samo jedna u nizu digitalnih veština. Osobine koje ne mogu biti automatizovane ili zamenjene, i na čiji razvoj treba da se fokusira obrazovni sistem su kreativnost, kritično mišljenje, komunikacija i saradnja.

Iako pojedini univerziteti već uveliko stiču iskustva na polju obrazovanja 4.0 kako bi pripremili studente za novo doba, potrebno je da sistem bude sposoban da ispuni očekivanja studenata i kroz narednih 20 godina.

#### B. Komunikacija

Način komunikacije, odnosno interakcije između profesora i studenta, gde profesor šalje informaciju a student prima i konzumira tu informaciju, i nakon određenog vremena pokazuje stečeno znanje u formi ispita, je potrebno iz korena izmeniti.

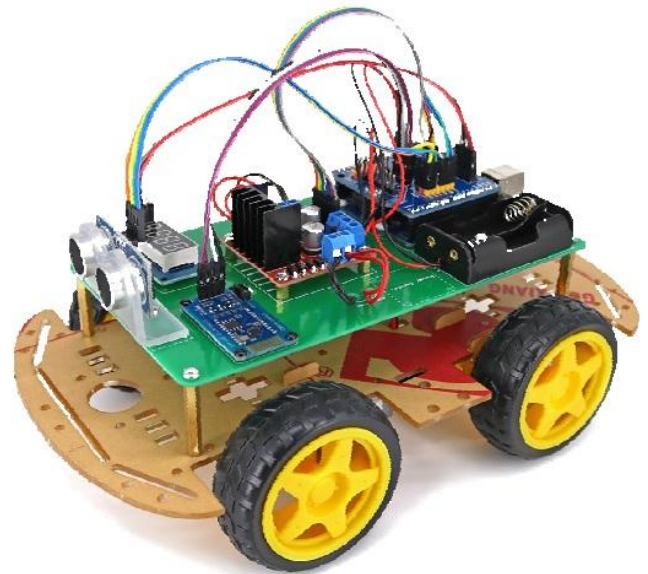
U vreme kada su kompjuteri sveprisutni u svim sferama društvenih aktivnosti, gde su Internet i pametni mobilni uređaji osnovni alati za komunikaciju, i gde je protok informacija slobodan, interakcija između profesora i studenta treba da je stalna, na takav način da profesor tokom celog trajanja kursa neprekidno prati napredak studenta.

#### C. Transformacija obrazovnog procesa

Obrazovni proces je neophodno prilagoditi u skladu sa promenama koje se dešavaju u industriji i ekonomiji, pri čemu se treba fokusirati na sledeće trendove: [11]

- *Transformacija obrazovnog procesa.* Šta treba da bude fokus predavača, ukoliko najveći deo zadataka u obrazovnom procesu preuzmu veštačka inteligencija i srodne tehnologije?
- *Personalizovano adaptivno učenje.* Individualni pristup koji je moguće prilagoditi ličnim karakteristikama pojedinca, kao što su talenat, predznanje, tempo učenja, model ponašanja, kulturne razlike ili motivacija.

- *Transformacija sistema ocenjivanja.* Da li je moguće aktuelnu formu ispita kakvu danas primenjujemo zameniti digitalnim iskustvenim učenjem i sistemom inkrementalnog mikro ocenjivanja? Da li se ovaj zadatak može poveriti veštačkoj inteligenciji?
- *Fizička i digitalna inteligentna infrastruktura.* Promenom načina razmišljanja prilikom organizacionog projektovanja rada univerziteta, uz korišćenje adekvatnih digitalnih tehnologija, moguće je promeniti način na koji studenti izvršavaju svoje obaveze prema univerzitetu.



Slika 1 - Autonomno vozilo (robot) bazirano na tehnologiji kartičnih računara

## V. METODOLOGIJA, TEHNOLOGIJA I NOVI ALATI

Studentima treba dati mogućnosti da sami odluče kako žele da uče. Iako su cilj i rezultat kursa predefinisani kurikulumom koji formira akademska ustanova, studenti mogu samostalno da izaberu metod učenja i alate kojima će doći do očekivanog cilja.

Da bi omogućili studentima da u što većoj meri iskažu svoju kreativnost, predavači mogu koristiti sledeće tehnike:

*Mešano učenje (blended learning).* Kombinacija klasičnog nastavnog materijala, online digitalnih medija i tradicionalnih metoda koje se primenjuju u učionici. U velikoj meri zavisi od konteksta u kojem se primenjuje, te otuda još uvek nije formiran univerzalan pristup.

*Obrnuta učionica (flipped classroom).* Umesto tradicionalnog pristupa u kojem predavač grupi studenata iznosi novo gradivo, u konceptu obrnute učionice studenti se upoznaju sa nastavnim materijalom pre predavanja, dok se vreme u učionici koristi za detaljniji prikaz teme, analizu slučaja i dublje razumevanje pristupa u rešavanju konkretnih problema.

*Donesi svoj uređaj i/ili aplikaciju (bring your own device / application, BYOD/BYOA).* Ovaj pristup dozvoljava studentima i zaposlenima da donose sopstvene elektronske uređaje, poput pametnih telefona, laptop ili notebook računara i putem koriste ih u procesu nastave.

*Projektna nastava.* Bitan deo obuke se zasniva na učenju kroz realizaciju projekta. Od studenta se očekuje da primeni stečeno znanje i veštine tokom realizacije jednog ili više projekta u toku semestra, timski ili samostalno. Tokom rada, student će vežbati svoje organizacione i komunikacione veštine, koje će biti veoma bitne nakon završenog školovanja u radnom okruženju.

*Praksa.* Obavljanjem stručne prakse u realnom okruženju, mentorstvom na projektima ili rukovođenje projektnim timom omogućiće studentu da se upozna sa konkretnim alatima i tehnikama rada koji se koriste u datoj oblasti.

*Interpretacija.* Od studenta treba zahtevati da demonstrira sposobnost razumevanja realne pojave, njenog modeliranja primenom usvojenog teorijskog znanja, prikupljanja podataka i njihove pravilne interpretacije i identifikacije trendova u datom skupu, sa ciljem da se što bolje razvije logika razumevanja sveta u kojem živimo. Manuelno rešavanje matematičkog modela, statističku analizu i proces predviđanja trendova će preuzeti računari.



Slika 2 - Raspberry Pi dron

*Učila.* Dobar primer primene novih tehnologija u obrazovnom procesu su kartični računari i mikrokontroleri. Ovde se prvenstveno misli na Raspberry Pi (Rpi) i Arduino proizvode, koji su otvorenog koda i pristupačne cene, razvijeni prvenstveno kao alat za ulaz u svet programiranja i za brzu izradu prototipa elektromehaničkih mašina.

Jednostavan autonomni robot, koji samostalno prepoznaje i zaobilazi prepreke pomoću ultrazvučnog senzora, prikazan na slici 1, može da se koristi kao:

- Igračka koja deci ranog uzrasta (vrtić, predškolsko, osnovna škola) na jednostavan i zabavan način može da približi pojam robota i računara.
- Platforma koja studente tehničkih nauka može da uvede u svet programiranja (C#, Python, PHP), robotike, veštačke inteligencije, interneta stvari, elektrotehnike i mašinstva. Varijacijom senzora se postižu različite funkcionalnosti, suština mašine

se menja u skladu sa tim da li je osnova sistema mikroracunar (Rpi) ili mikrokontroler (Arduino), a prilikom realizacije projekta student se primorava da razmišlja unapred, istražuje, testira, i najvažnije, razvija analitički, multidisciplinarnan, pre svega inženjerski pristup u rešavanju problema.

Sličan projekat drona zasnovan na istoj tehnologiji (Rpi), slika 2, u zavisnosti od konfiguracije letelice može uvesti studenta u domen 3D štampe, tehnologije materijala, fizike, mehanike leta, mrežne komunikacije, GSM tehnologija i mnogih drugih oblasti.

## VI. ZAKLJUČAK

"Obrazovanje 4.0" se može pojednostavljeno predstaviti kao zahtev obrazovnom sektoru da se iznova osmisli sistem obrazovanja sposoban da pripremi radnu snagu za tehnologije hiperpovezanog sveta u kome živimo.

Klasičan način komunikacije na relaciji profesor-učenik, gde profesor šalje informaciju a učenik prima i konzumira tu informaciju, i nakon određenog vremena pokazuje stečeno znanje u formi ispita, je potrebno iz korena izmeniti.

Na početnim nivoima obrazovanja (osnovno i srednje), potrebno je intezivirati obuku učenika bez obzira na usmerenje, a u kontekstu opismenjavanja iz oblasti informacionih tehnologija. Prema istraživanjima u Velikoj Britaniji, više od 75% poslodavaca ima primedbu na manjak digitalnih veština kod svojih zaposlenih. [11]

Veštačka inteligencija, robotika, nauka o podacima (big data) i internet stvari (Internet of Things, IoT) već bitno utiču na industriju, ekonomiju i prirodu radnih mesta, na sličan način kako je industrijska revolucija krajem XIX veka potisnula manuelne poslove. Sa druge strane, kreativnost, komunikacija, saradnja, kritično mišljenje su osobine koje ne mogu biti automatizovane ili zamenjene i obrazovni sistem treba da se bazira na njihovom razvoju. Da bismo kao društvo mogli da odgovorimo na ovakav izazov, potrebno je transformisati pristup obrazovanju na svim nivoima.

Fizičko prisustvo učenika i studenata više neće biti potrebno u tolikoj meri koliko se danas očekuje, pre svega zahvaljujući alatima poput virtualne ili proširene realnosti. Dostupne tehnologije omogućavaju apsorpciju znanja na modularan, fleksibilan način, tempom koji je u skladu sa usvojenim životnim stilom individue. Profesor u realnom vremenu ima informaciju o tome kojim se tempom usvaja gradivo, i u slučaju problema može odmah da preduzme korektivne mere.

Studentima treba dozvoliti određeni stepen nezavisnosti u sprovođenju procesa učenja, ali će to usloviti i veću odgovornost kada je u pitanju krajnji ishod učenja. Sa druge strane, uloga nastavnog osoblja će se pomeriti ka individualnom mentorskom pristupu. Prilikom kreiranja silabusa predmeta, od suštinskog značaja je uvažavanje mišljenja studenata.

Region bivše Jugoslavije, pa time i Bosna i Hercegovina, uvek je bio bogat nadarenim, snalažljivim i pametnim ljudima.

Međutim, da bi se ovakav resurs efikasno koristio u vreme visokih tehnologija, koje nastaju i menjaju se velikom brzinom, obrazovni sistem mora biti sposoban da adekvatno obučiti i pripremi buduće generacije.

## LITERATURA

- [1] Hilbert M., López P. (2011). "The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information", *Science*, 332 (6025): 60–65, doi:10.1126/science.1200970. ISSN 0036-8075.
- [2] Gillings M.R. et al. (2016). "Information in the Biosphere: Biological and Digital Worlds". *Trends in Ecology & Evolution*. 31 (3): 180–189. doi:10.1016/j.tree.2015.12.013.
- [3] K. Schwab, "The Fourth Industrial Revolution", *World Economic Forum*, 2016, ISBN-10: 1944835016
- [4] Ugrinović D, Dobrijević G, Đorđević-Boljanović J. (2015). "Uticaj zadovoljstva poslom na motivaciju nastavnika srednjih škola u Srbiji", *Socioeconomica The Scientific Journal for Theory and Practice of Socio-economic Development*, 4 (7): 197–206, doi: dx.doi.org/10.12803/SJSECO.4712515
- [5] "O PISA projektu", PISA Srbija, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, dostupno na <http://pisa.rs/?RS=lat>, pristup 12.10.2019.
- [6] "PISA 2012 Results in Focus - What 15-year-olds know and what they can do with what they know", OECD, dostupno na <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>, pristup 10.10.2019.
- [7] "PISA 2017 Results in Focus", OECD, dostupno na <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>
- [8] Petrina S, (2004) "Sidney Pressey and the Automation of Education", *Technology and Culture*, Vol. 45(2): 305-330
- [9] Robinson K. (2010), "Changing education paradigms", TED conferences, dostupno na [https://www.ted.com/talks/ken\\_robinson\\_changing\\_education\\_paradigms](https://www.ted.com/talks/ken_robinson_changing_education_paradigms), pristup 13.10.2019.
- [10] Dostupno na <https://www.youtube.com/watch?v=aVWHp8FsV1w>
- [11] "Preparing for Education 4.0", *Times Higher Education & Jisc*, dostupno na <https://www.timeshighereducation.com/hub/jisc/p/preparing-education-40>, pristup 12.10.2019.